



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 37 753 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**H 01 Q 5/01**  
H 01 Q 1/24  
H 04 B 1/44  
// H 04 Q 7/32

⑲ Aktenzeichen: 101 37 753.3  
⑳ Anmeldetag: 1. 8. 2001  
㉔ Offenlegungstag: 13. 2. 2003

DE 101 37 753 A 1

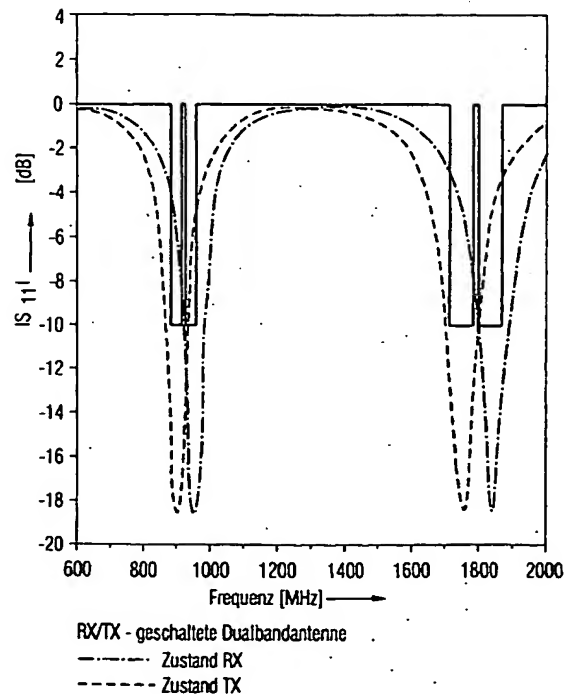
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Nevermann, Peter, Dr., San Diego, Calif., US; Pan,  
Sheng-Gen, Dr., 47475 Kamp-Lintfort, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Mehrband-Funkantenne

⑤⑦ Mehrband-Funkantenne, insbesondere gehäuseintegrierte Mobilfunkantenne vom PIF-Typ für den Mehrbandbetrieb mit nichtidentischen Sende- und Empfangsfrequenzbändern, mit Schaltmitteln zur Resonanzfrequenzumschaltung zwischen Sende- und Empfangsbetrieb, wobei das Antennenvolumen gegenüber demjenigen einer konstruktiv gleichen Anordnung ohne Schaltmittel verringert ist.



DE 101 37 753 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mehrband-Funkantenne nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, die insbesondere zum Einsatz in Mobilfunk-Endgeräten geeignet und vorgesehen ist. Unter dem Begriff "Mehrband-Funkantenne" wird nachfolgend eine Antennenanordnung verstanden, welche gegebenenfalls neben der Antenne im engeren Sinne auch Anpass- bzw. Anschlussmittel umfasst.

[0002] Mit der rasanten Entwicklung der mobilen Telekommunikation und der Massenherstellung von Mobilfunk-Endgeräten als technisch überaus hochwertige Gebrauchsgegenstände des Alltags hat die Entwicklung von Mehrband-Funkantennen völlig neue Impulse erhalten. Mit der andauernden Tendenz zur Verkleinerung, effizienten Energieausnutzung und Kostenreduzierung der Endgeräte ergeben sich auch ständig höhere Anforderungen an die Antennenkonstruktion.

[0003] Seit einigen Jahren besteht insbesondere die Anforderung, die Antenne in das Gehäuse des Mobilfunk-Endgerät praktisch vollständig zu integrieren, ohne dass sie nach außerhalb des Gehäuses übersteht und damit dessen Handhabung für den Benutzer unkomfortabler machen könnte. In Verbindung mit der Tendenz zur Verkleinerung der Endgeräte ist man daher bestrebt, das Volumen der Antenne zu reduzieren.

[0004] Diese soll aber zudem kostengünstig herstellbar und – entsprechend einer weiteren wichtigen Tendenz in der Mobilfunk-Endgerätektechnik – in mindestens zwei der praktisch relevanten Frequenzbereiche des GSM-Standards nutzbar sein. Für Endgeräte höherer Preisklasse, die insbesondere im geschäftlichen Bereich genutzt werden, ist sogar die Einsatzfähigkeit in drei Frequenzbereichen gefordert.

[0005] Als unter diesen Gesichtspunkten vorteilhafte und daher praktisch besonders bedeutsame Antenne der in Rede stehenden Art hat sich die sogenannte PIF (Planar Inverted-F)-Antenne herausgestellt. Diese Antenne und Vorschläge zu ihrer konstruktiven Optimierung werden beispielsweise beschrieben in P. K. Panayi, M. Al-Nuaimi, L. P. Ivissimtzis "Tuning techniques for the planar inverted-F antenna", National Conference on Antennas and Propagation: 30 March – 1 April 1999, Conference Publication No. 461, IEE, 1999.

[0006] In der EP 0 667 684 A1 werden Optimierungsmöglichkeiten für die Trennung von Sende- und Empfangssignalen in einem Mobilfunk-Endgerät auf der Grundlage einer integrierten Filter-/Schalter-Anordnung beschrieben.

[0007] Eine wesentliche Konstruktionsanforderung von Mehrband-Funkantennen besteht in der Realisierung eines möglichst kleinen Reflexionsfaktors  $S_{11}$  bei einer Impedanz nahe 50  $\Omega$  real in den durch die Antenne zu "bedienenden" Frequenzbändern.

[0008] Ein typischer Verlauf des in  $S_{11}$ -Wertes in Abhängigkeit von der Frequenz bei einer Mobilfunk-Sende-/Empfangsantenne ist beispielsweise in Fig. 1 zu erkennen. Hier ist mit einer punktierten Linie und mit einem kleinen Dreieck als Kennzeichnung der Verlauf für einen Antennenaufbau mit relativ großem Volumen und mit einer gestrichelten Linie und Kreisen als Kennzeichnung der Verlauf bei einer Antenne mit relativ kleinem Volumen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Bandbreite bei der kleinvolumigen Antenne deutlich geringer ist. Bei den derzeit hauptsächlich verwendeten integrierten Antennen, nämlich den Patch- und PIF-Antennen, ist die Bandbreite hauptsächlich vom Volumen der Antenne abhängig. Dünnere und damit volumenreduzierte Antennen haben kleinere Bandbreiten.

[0009] Wie in Fig. 1 ebenfalls zu erkennen ist, wirkt sich dies dahingehend aus, dass, wenn das Sendefrequenzband

TX vollständig in das Minimum der  $S_{11}$ -Kurve gelegt wird, das Empfangsfrequenzband teilweise außerhalb dieser Kurve liegt. Bei dieser Darstellung ließe sich natürlich eine Verbesserung durch eine geringfügige Verschiebung des Kurvenminimums zu höheren Frequenzen hin erreichen – die Darstellung zeigt jedoch deutlich die bestehende Problematik auf.

[0010] Der Erfindung liegt im Hinblick auf die oben genannten Anforderungen und Zusammenhänge die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Mehrband-Funkantenne anzugeben, die auch bei reduziertem Volumen die relevanten Sende- und Empfangsbänder gleichermaßen gut bedient.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Mehrband-Funkantenne mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Die Erfindung schließt den grundlegenden Gedanken ein, einer durch Volumenreduzierung unzureichend klein gewordenen Bandbreite durch Verschiebung der  $S_{11}$ -Kurve zwischen den Sende- und Empfangsvorgängen derart abzuweichen, dass das für den jeweiligen Vorgang gültige Frequenzband gerade ausreichend durch die jeweilige  $S_{11}$ -Kurve abgedeckt ist, d. h. vollständig im Kurvenminimum liegt. Dies geschieht durch eine Umschaltung der Antennencharakteristik.

[0013] Je nach konkreter konstruktiver Ausführung und resultierender Bandbreite der Antenne kann eine Sende-/Empfangs-Umschaltung in einem der zu bedienenden Frequenzbänder ausreichend oder eine Umschaltung in beiden bzw. sämtlichen Frequenzbändern nötig sein.

[0014] Der erste Fall ist in Fig. 2 dargestellt, wo die Bandbreite der Antenne im GSM900-Bereich so groß ist, daß sowohl das Sende- als auch das Empfangsband innerhalb des Kurvenminimums liegen. Für diesen Bereich ist also keine Umschaltung der Antennencharakteristik erforderlich.

[0015] Hingegen ist zu erkennen, dass im GSM1800-Bereich die Antennenbandbreite völlig unzureichend zur Abdeckung sowohl des Sende- wie auch des Empfangsbandes wäre. Hier wird daher eine Umschaltung vorgenommen, wodurch entweder der durch die gestrichelte Linie oder der durch die doppelt strichpunktierte Linie dargestellte Verlauf der  $S_{11}$ -Kurve zur Wirkung kommt. Sowohl das GSM 1800-Sendeband als auch das GSM1800-Empfangsband liegt vollständig innerhalb des jeweils zugeordneten Kurvenminimums, d. h. die Antenne hat sowohl für den Sende- als auch für den Empfangsvorgang die erforderliche Bandbreite.

[0016] Der zweite oben erwähnte Fall ist in Fig. 3 dargestellt, wo sowohl im GSM900-Bereich als auch im GSM1800-Bereich eine Umschaltung der Antenne zwischen Sende- und Empfangsbetrieb erfolgt. Auch hier wird der Effekt erreicht, dass die Sende- bzw. Empfangsbänder vollständig in den jeweils zugeordneten Minima der  $S_{11}$ -Kurve liegen, also die Antennen-Bandbreite sowohl für den Sende- als auch für den Empfangsvorgang vollständig ausreichend ist.

[0017] Für den Betrieb in den GSM-Bändern ist eine solche Ausführung der Schaltmittel ausreichend, dass diese eine Verschiebung der Resonanzfrequenz von weniger als 10% – insbesondere von ca. 5% – bewirken. Wie oben erläutert, kann die Verschiebung wahlweise aber auch geringer sein und sogar – für eines der Frequenzbänder – den Wert 0 haben.

[0018] In einer ersten bevorzugten Ausführung wirken die Schaltmittel auf einen Bezugspotentialanschluss der Antenne und verbinden insbesondere einen von mehreren auswählbaren Massekontaktpunkten einer Antennenfläche mit Masse. Die besagten Massekontaktpunkte können dabei über Leitungen verschiedener Geometrie (insbesondere verschiedener Länge) mit der genannten Antennenfläche ver-

bunden sein, so dass die Resonanzfrequenzverschiebung im wesentlichen über eine Änderung der Zuleitungsgeometrie, speziell Zuleitungslänge, zustandekommt.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung sind die die Resonanzfrequenzumschaltung bewirkenden Schaltmittel in einem steuerbaren Anpassnetzwerk realisiert. Hierbei handelt es sich in einer aus der oben erwähnten EP 0 667 684 A1 grundsätzlich bekannten Weise insbesondere um eine integrierte Schalter-/Filter-Konfiguration.

[0020] In einer weiteren zweckmäßigen Ausführung sind die Schaltmittel zur Herstellung einer Verbindung zwischen einem vorbestimmten Bereich der Antenne und einem die Resonanzfrequenz beeinflussenden "äußeren" Element oder einer der Antenne zugeordneten Schaltung angeordnet, welche die Resonanzfrequenz beeinflusst. Bei dem besagten äußeren Element handelt es sich beispielsweise um einen Kondensator oder – zu dessen Ersetzung – eine Varaktordiode. [0021] Die Schaltmittel selbst sind im Hinblick auf die miniaturisierte Ausführung der Antennenanordnung bevorzugt als integrierte Halbleiterschalter oder PIN-Diodenschalter ausgeführt – grundsätzlich ist aber auch eine mechanische bzw. mikromechanische Ausführung möglich.

[0022] Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden, skizzenartigen Beschreibung grundsätzlicher Ausführungsformen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

[0023] Fig. 1 bis 3 grafische Darstellungen zur Erläuterung der Abhängigkeit des Reflexionsfaktors von der Frequenz bzw. der Bandbreiteigenschaften von Mehrband-Funkantennen (siehe dazu weiter oben) und

[0024] Fig. 4 bis 6 Prinzipskizzen verschiedener Ausführungsformen der Erfindung.

[0025] In einer ersten grundsätzlichen Ausführung gemäß Fig. 4 wird zur Resonanzfrequenzumschaltung bzw. -verstellung einer entsprechend gestalteten PIF-Antenne ein elektronischer Schalter durch eines der Signale angesteuert, welche die Aktivierung des RX- bzw. TX-Pfades steuern. Es wird durch den Schalter zwischen zwei verschiedenen ausgeführten Masseanschlüssen umgeschaltet.

[0026] In Fig. 5 ist eine Variante dargestellt, bei der eine Antenne mit mindestens einem Anschluss an ein steuerbares Anpassnetzwerk eingesetzt wird. Das Anpassnetzwerk realisiert hier eine Änderung der Antennensystemeigenschaften im Sinne der Erfindung (Resonanzfrequenzverschiebung zwischen Sende- und Empfangszustand bei einer derart kleinvolumigen Antenne, dass deren Minimum der Reflexionsfaktor-Frequenz-Abhängigkeit Sende- und Empfangsband nicht gleichzeitig abdeckt).

[0027] Bei der in Fig. 6 gezeigten dritten Ausführung wird eine Antenne eingesetzt, der zusätzliche Schaltungsteile zu- bzw. abschaltbar zugeordnet sind. Die Signale TX aktiv und RX aktiv werden diesen zusätzlichen Schaltungsteilen zugeführt und bewirken die Änderung der Antennenresanzeigenschaften. Die konkrete Realisierung kann z. B. in Anlehnung an die oben erwähnte Veröffentlichung von P. K. Panayi et al. erfolgen, wo allerdings eine Lösung zur Antennenabstimmung beschrieben wird.

[0028] Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Beispiele und Ausführungen beschränkt, sondern ebenso in einer Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegen.

#### Patentansprüche

1. Mehrband-Funkantenne, insbesondere gehäuseintegrierte Mobilfunkantenne vom PIF-Typ für den Mehrbandbetrieb mit nichtidentischen Sende- und Emp-

fangsfrequenzbändern, **gekennzeichnet durch** Schaltmittel zur Resonanzfrequenzumschaltung zwischen Sende- und Empfangsbetrieb, wobei das Antennenvolumen gegenüber demjenigen einer konstruktiv gleichen Anordnung ohne Schaltmittel verringert ist.

2. Mehrband-Funkantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel in mindestens zwei, insbesondere allen, Sende-/Empfangsbändern wirken, für die die Antenne ausgelegt ist.

3. Mehrband-Funkantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel eine Verschiebung der Resonanzfrequenz von weniger als 10%, insbesondere von ca. 5%, bewirken.

4. Mehrband-Funkantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel auf einen Bezugspotentialanschluss wirken, insbesondere einen von mehreren auswählbaren Massekontaktpunkten einer Antennenfläche mit Masse verbinden.

5. Mehrband-Funkantenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die auswählbaren Massekontaktpunkte, auf die die Schaltmittel wirken, über Leitungen verschiedener Geometrie, insbesondere verschiedener Länge, mit der Antennenfläche verbunden sind.

6. Mehrband-Funkantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel in einem steuerbaren Anpassnetzwerk, insbesondere einer integrierten Schalter/Filter-Konfiguration, realisiert sind.

7. Mehrband-Funkantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel zur Herstellung einer Verbindung zwischen einem vorbestimmten Bereich der Antenne und einem äußeren Element, insbesondere einem Kondensator oder einer Varaktordiode, oder einer äußeren Schaltung angeordnet sind.

8. Mehrband-Funkantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel als elektronische Schalter, insbesondere PIN-Diodenschalter oder integrierte Halbleiterschalter, ausgebildet sind.

9. Mobilfunk-Endgerät mit einer Mehrband-Funkantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG 1

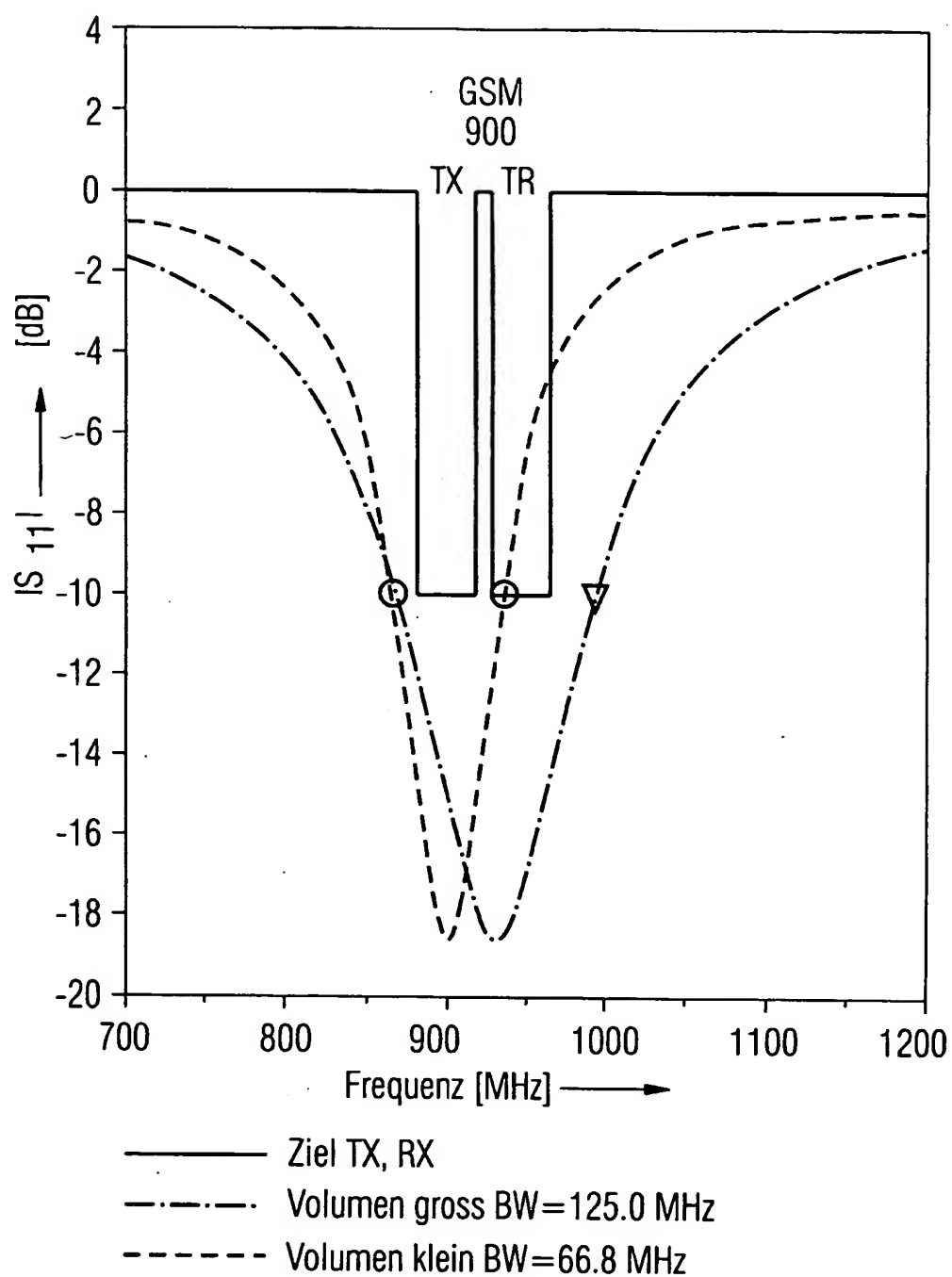


FIG 2

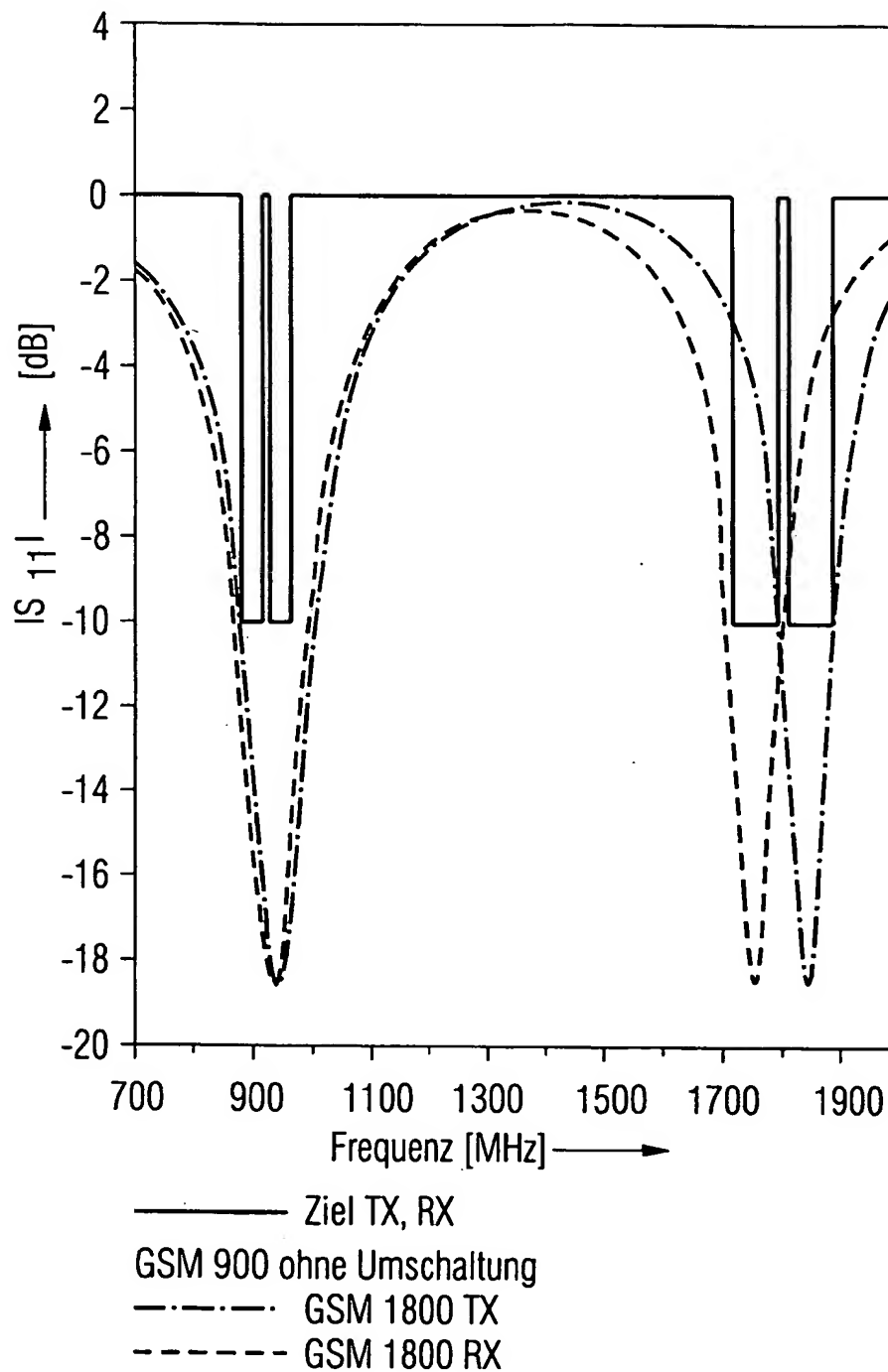
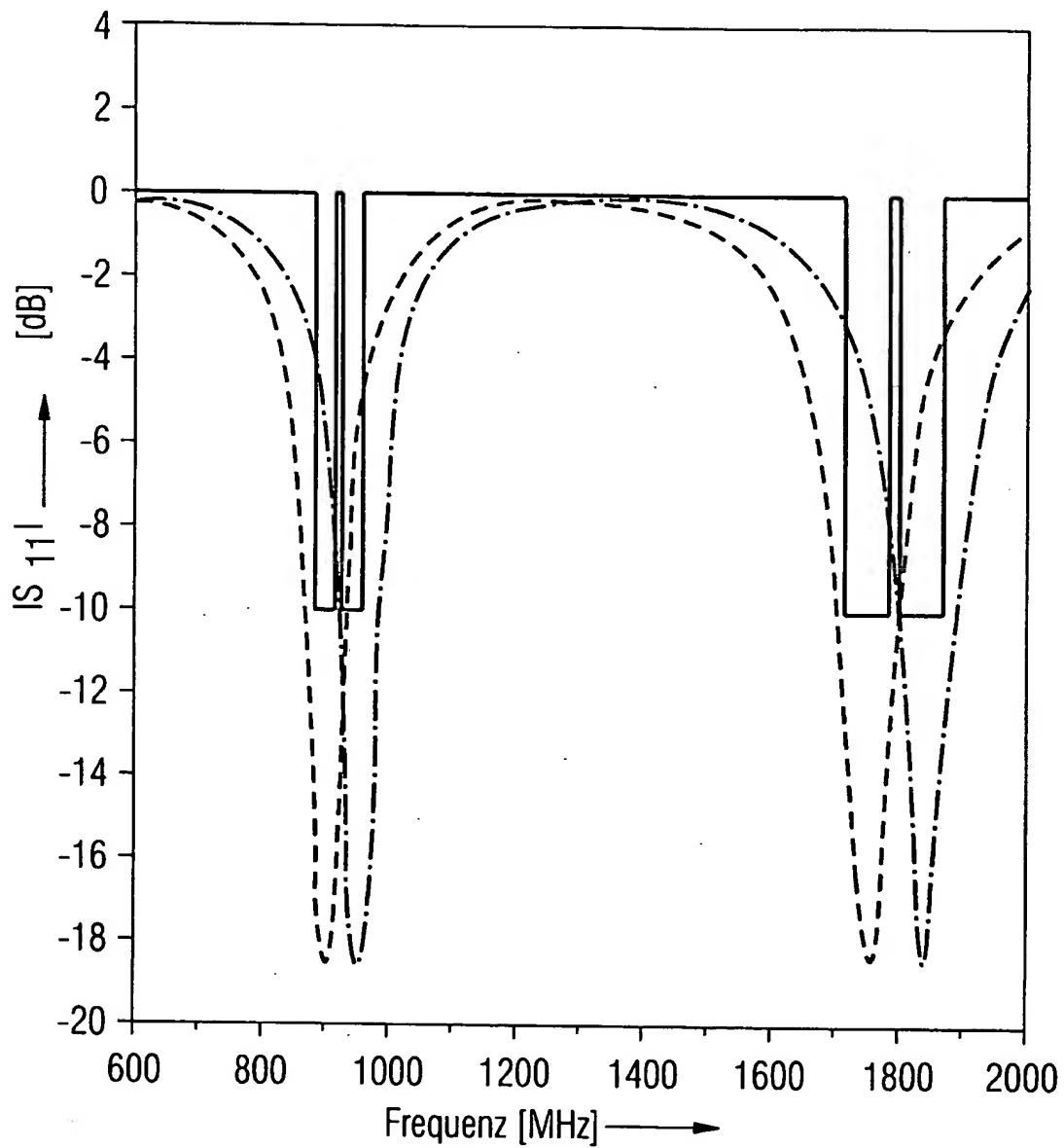


FIG 3



RX/TX - geschaltete Dualbandantenne

— · — · — Zustand RX

----- Zustand TX

FIG 4

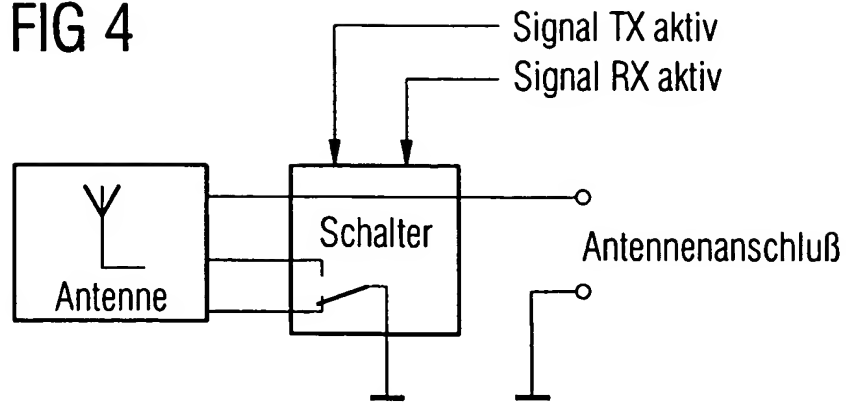


FIG 5

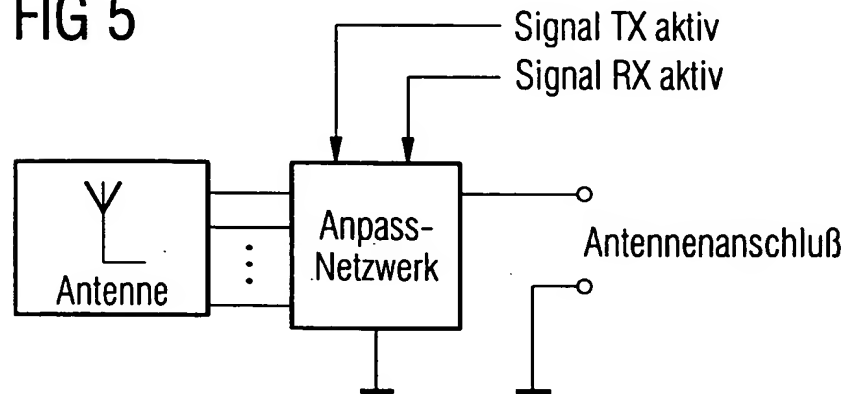
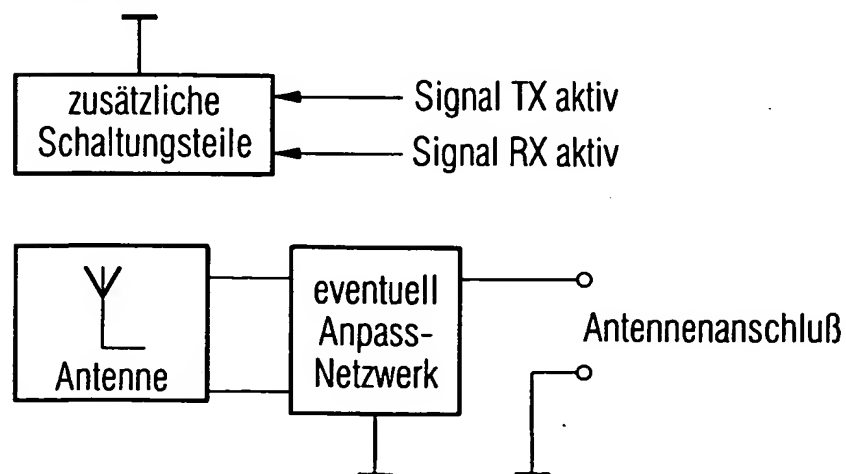


FIG 6





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**